

## Άρθρο Σύνταξης

# Η Τρισδιάστατη Διοισοφάγειος Υπερηχογραφία: Απαραίτητο Εργαλείο στο Αιμοδυναμικό Εργαστήριο ή Εικονική Πραγματικότητα;

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΑΓΓΕΛΗ<sup>1</sup>, MICHAEL BELLAMMY<sup>1</sup>, NILESH SUTARIA<sup>1</sup>,  
ΧΡΗΣΤΟΔΟΥΛΟΣ ΣΤΕΦΑΝΑΔΗΣ<sup>2</sup>, ΠΕΤΡΟΣ ΝΙΧΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiology, Imperial College London, Hammersmith Hospital, <sup>2</sup>Ιπποκράτειο Νοσοκομείο, Αθήνα

Λέξεις ευρετηρίου:  
**Τρισδιάστατη  
διοισοφάγειος  
υπερηχογραφία,  
αιμοδυναμικό  
εργαστήριο.**

**Τ**ελευταία οι επεμβατικές πράξεις στο αιμοδυναμικό εργαστήριο επεκτείνονται πέραν της στεφανιαίας νόσου. Οι νέες επεμβατικές θεραπευτικές προσεγγίσεις αφορούν στις βαλβιδοπάθειες όπως στη σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας, σοβαρή ανεπάρκεια της μιτροειδούς, παραβαλβιδικές ανεπάρκειες. Επιπλέον είναι πια γνωστή και τεκμηριωμένη η εφαρμογή συσκευών για τη σύγκλιση του ανοικτού ωοειδούς τρήματος ή μεσοκολπικής επικοινωνίας. Τελευταία εξέλιξη αποτελεί και η προσπάθεια σύγκλισης του ωτίου του αριστερού κόλπου σε ασθενείς με κολπική μαρμαρυγή.

Η διοισοφάγειος υπερηχογραφία αποτελεί μια γνωστή και τεκμηριωμένη τεχνική τουλάχιστον 3 δεκαετιών.<sup>1</sup> Τελευταία η τρισδιάστατη υπερηχογραφία αποτελεί επανάσταση στην απεικόνιση των καρδιαγγειακών δομών. Η χρήση των νέων τρισδιάστατων κεφαλών μπορεί να δώσει ανατομικές εικόνες της καρδιάς που θα βοηθήσουν σημαντικά τις επεμβατικές πράξεις.

Στη σύντομη αυτή ανασκόπηση θα εστιασθούμε στο ρόλο της τρισδιάστατης υπερηχογραφίας σε όλες τις επεμβατικές πράξεις στο αιμοδυναμικό εργαστήριο οι οποίες δεν αφορούν τα στεφανιαία αγγεία. Αυτές είναι: Η εμφύτευση προσθετικής αορτικής βαλβίδας, η εμφύτευση συ-

σκευών σε παραβαλβιδικές ανεπάρκειες, η εμφύτευση clip(s) στη σημαντικά ανεπαρκούσα μιτροειδή βαλβίδα, η εμφύτευση συσκευών για τη σύγκλιση της μεσοκολπικής επικοινωνίας και η σύγκλιση του ωτίου του αριστερού κόλπου.<sup>2,3</sup>

### Εμφύτευση αορτικής βαλβίδας

Έχει ήδη δείχθει ότι η εμφύτευση προσθετικής αορτικής βαλβίδας κυρίως σε ηλικιωμένους με συνυπάρχουσες παθήσεις αυξάνει την επιβίωση των ασθενών αυτών. Μέχρι σήμερα κλινικά χρησιμοποιούνται 2 προσθετικές βαλβίδες: η Edwards Sapiens και η Medtronic Core Valve.<sup>4</sup>

Η ακριβής γνώση της ανατομίας της στενωμένης αορτικής βαλβίδας και του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας αποτελούν σημαντικές πληροφορίες για την ομάδα των υπερηχογραφιστών και των επεμβατικών καρδιολόγων που θα προχωρήσουν στη θεραπεία. Η μέτρηση του αορτικού δακτυλίου φαίνεται ότι είναι πιο ακριβής με την τρισδιάστατη συγκριτικά με τη δισδιάστατη διοισοφάγειο υπερηχογραφία. Μάλιστα οι μετρήσεις με την 3D του δακτυλίου συμφωνούν περισσότερο με τις μετρήσεις της αξονικής τομογραφίας.<sup>5</sup>

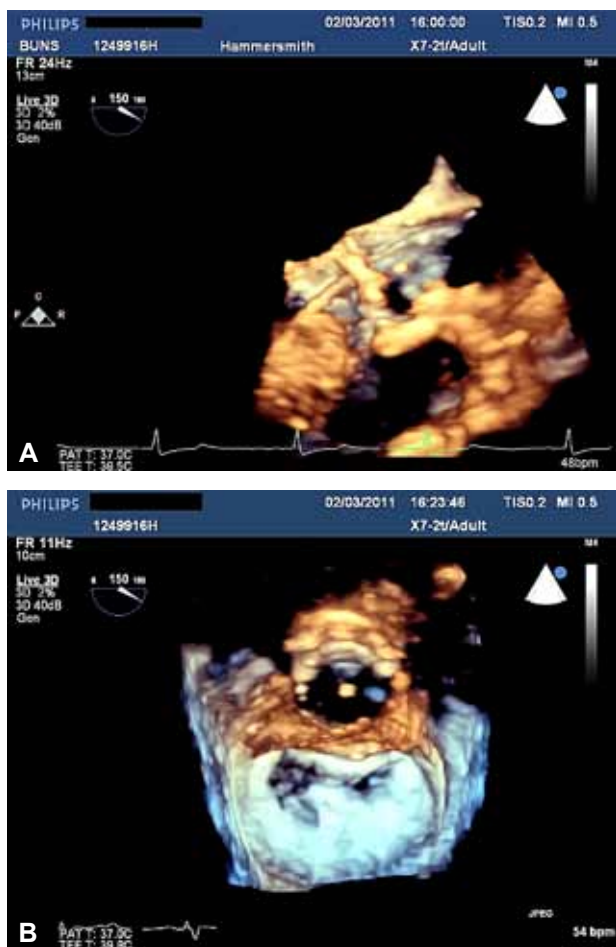
Ιδιαίτερα για τη βαλβίδα Edwards Sapiens είναι απαραίτητος ο υπολογισμός

Διεύθυνση  
Επικοινωνίας:  
Πέτρος Νιχογιαννόπουλος

Hammersmith Hospital,  
Du Cane Road,  
London W12 0NN, UK  
e-mail: [petros@imperial.ac.uk](mailto:petros@imperial.ac.uk)

της απόστασης του στομίου των στεφανιαίων αγγείων από το δακτύλιο. Και ενώ η απόσταση της δεξιάς στεφανιαίας μετράται εύκολα και με τη δισδιάστατη απεικόνιση, η αντίστοιχη απόσταση του στελέχους μετράται μόνο με την 3D υπερηχογραφία. Με την Live 3D υπερηχογραφία δίνονται πληροφορίες για την ακριβή τοποθέτηση του καθετήρα διά της βαλβίδος και την τοποθέτηση του μπαλονιού. Μετά την εμφύτευση της βαλβίδας η 3D υπερηχογραφία μπορεί να μας αναδείξει το αποτέλεσμα δηλ. τη σωστή έκπτυξη της βαλβίδας και τυχόν ύπαρξη παραβαλβιδικής ανεπάρκειας οπότε θα χρειασθεί και δεύτερη έκπτυξη (Εικόνα 1). Οι 3D colour Doppler sets τόσο από τις τομές στο μέσο του διοισοφάγου όσο και από τις διαγαστρικές τομές αναδεικνύουν την ύπαρξη ή όχι παραβαλβιδικής ανεπάρκειας και ταυτόχρονα γίνεται ποσοτικοποίηση.

Παρόλο που δεν χρησιμοποιούν όλα τα κέντρα 3D διοισοφάγειο υπερηχογράφημα για την εκτίμηση και



**Εικόνα 1.** Real-time τριδιάστατη υπερηχογραφία στην εμφύτευση διαδερμικά της αορτικής βαλβίδας. Σωστή τοποθέτηση καθετήρα διά του αορτικού αβαστονωμένου στομίου (Α) και η Edward SAPIEN αορτική βαλβίδα τοποθετήθηκε επιτυχώς (Β).

εμφύτευση της προσθετικής βαλβίδας είναι ένα απαραίτητο εργαλείο στο αιμοδυναμικό εργαστήριο για τον άμεσο και ακριβή προσδιορισμό των πιθανά εμφανιζόμενων επιπλοκών. Όπως η μη σωστή τοποθέτηση της βαλβίδας, η μη καλή έκπτυξη αυτής με σημαντικού βαθμού ανεπάρκεια αυτής, η άμεση αιτιολόγηση τυχόν σοβαρής υπότασης - εκτίμηση της συστολικής απόδοσης της αριστερής κοιλίας ή ανεπάρκειας μιτροειδούς βαλβίδας, η παρουσία θρόμβου αποτελούν προβλήματα στα οποία η υπερηχογραφία θα καθοδηγήσει τον επεμβατικό για την άμεση αντιμετώπισή των.

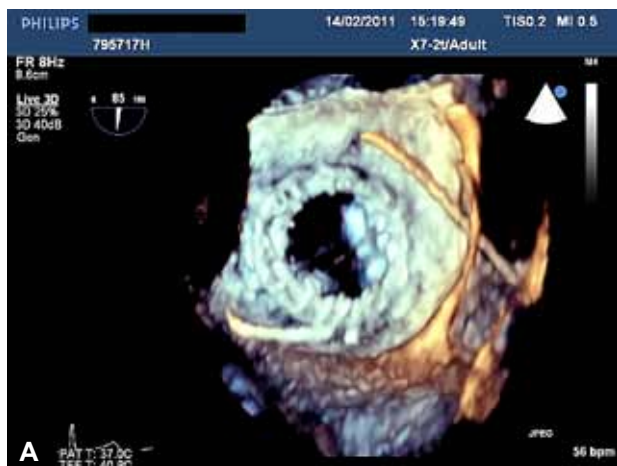
### Παραβαλβιδικές ανεπάρκειες προσθετικών βαλβίδων

Η 3D διοισοφάγειος υπερηχογραφία δίνει ακριβείς πληροφορίες για την εντόπιση και την έκταση της παραβαλβιδικής ανεπάρκειας.<sup>2-4</sup> Με το έγχρωμο Doppler δίνεται η ακριβής εκτίμηση της ανεπάρκειας ενός ή περισσότερων jets. Με οδηγό τις εικόνες από την 3D υπερηχογραφία κατευθύνεται σωστά ο καθετήρας προκειμένου να τοποθετηθεί η συσκευή (Εικόνα 2). Γίνεται άμεση εκτίμηση μετά της εμφύτευσης για τεκμηρίωση της μείωσης της ανεπάρκειας της προσθετικής βαλβίδας.

### Τοποθέτηση των clips στην ανεπαρκή μιτροειδή βαλβίδα

Είναι μια θεραπευτική επεμβατική τεχνική η οποία φαίνεται ότι θα βοηθήσει σημαντικά ασθενείς με σοβαρή ανεπάρκεια της μιτροειδούς και υψηλό διεγχειρητικό κίνδυνο. Κατά τη διάρκεια αυτής γίνεται η εμφύτευση ενός ή ακόμα και περισσότερων clips που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία 2 στομίων της μιτροειδούς βαλβίδας.<sup>2-4</sup> Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοσθεί σε μεγάλο αριθμό ασθενών με πολύ ευνοϊκά και ενθαρρυντικά αποτελέσματα (EVEREST II).<sup>6</sup> Η διενέργεια της επέμβασης γίνεται υπό την καθοδήγηση του 3D διοισοφάγειου υπερηχογραφήματος.

Σημαντική είναι η συμβολή της 3D διοισοφάγειας υπερηχογραφίας πριν-κατά τη διάρκεια και μετά την επέμβαση. Στην προεπεμβατική εκτίμηση μόνο η 3D υπερηχογραφία μπορεί να δώσει ανατομικές πληροφορίες για τη μιτροειδή και τον υποβαλβιδικό σχηματισμό.<sup>7-9</sup> Εφαρμόζονται προγράμματα ποσοτικοποίησης (όπως το QLAB της Philips και το TomTec) για την ακριβή εκτίμηση της. Μετρήσεις αναφοράς θα υπάρχουν ίσως τα επόμενα χρόνια. Απαραίτητα κριτήρια για την καταλληλότητα της επέμβασης είναι: η ύπαρξη σημαντικής ανεπάρκειας διά του A2 και P2 τμημάτων των γλωχινών της μιτροειδούς, η απόσταση μεταξύ των δυο γλωχινών (gap) < 10 mm και η σύγκλιση των δυο

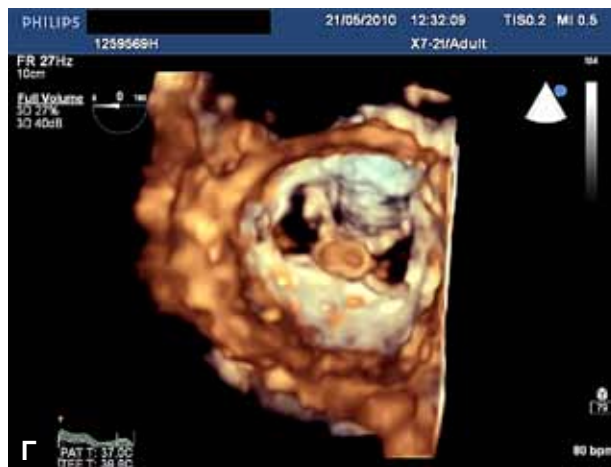


**Εικόνα 2.** Real-time τρισδιάστατη υπερηχογραφία στη διόρθωση της παραβαλβιδικής ανεπάρκειας. Zoom mode, απεικόνιση από τον αριστερό κόλπο. Η δίφυλλη προσθετική βαλβίδα στη θέση της μιτροειδούς. Ο καθετήρας προωθείται από το μεσοκοιλιακό διάφραγμα στην κατωτεροπίθια περιοχή της παραβαλβιδικής αποκόλλησης της βαλβίδας (A) όπου μια συσκευή AVP vascular plug εμφυτεύθηκε (B).

γλωχιών να είναι τουλάχιστον 2 mm. Πολύ διατεταμένος μιτροειδικός δακτύλιος ή πολλαπλά έκκεντρα jets ανεπάρκειας της μιτροειδούς βαλβίδας είναι μη ευνοϊκά υπερηχογραφικά στοιχεία για την καταλληλότητα του ασθενούς για την επέμβαση.

Κατά την επέμβαση η 3D δοιοσοφάγειος υπερηχογραφία παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο. Η διάτρηση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος είναι ένα από τα σημαντικά βήματα της επιτυχούς επέμβασης. Γίνεται υπό την καθοδήγηση του δοιοσοφάγειου υπερηχογραφήματος οπότε κατεβαίνει ο καθετήρας με το clip στο επίπεδο της μιτροειδούς βαλβίδας. Τα arms πρέπει να είναι κάθετα στην ευθεία της σύγκλισης των δυο γλωχιών. Αυτή η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρος. Στη συνέχεια το clip συλλαμβάνει τις

δυο γλωχίνες δημιουργώντας δυο στόμια της μιτροειδούς (Εικόνα 3). Άμεσα γίνεται η εκτίμηση της μι-



**Εικόνα 3.** Real-time τρισδιάστατη υπερηχογραφία στην εμφύτευση clips στην ανεπαρκούς μιτροειδή βαλβίδα. Zoom mode, απεικόνιση από τον αριστερό κόλπο. Οι βραχίονες του clip τοποθετήθηκαν σε θέση κάθετη στη γραμμή σύγκλισης των γλωχιών της μιτροειδούς βαλβίδας (A)-Το πρώτο (B) και το δεύτερο (Γ) MitralClip εμφυτεύθηκε επιτυχώς, δημιουργώντας 2 στόμια της μιτροειδούς βαλβίδας.

τροειδικής ανεπάρκειας. Στην περίπτωση που αυτή παραμένει να είναι σημαντική μπορεί να γίνει και τοποθέτηση άλλου clip.

Μετά την επέμβαση με τη χρήση της 3D διαιοσφάγειας υπερηχογραφίας γίνεται εκ νέου συνολικά η εκτίμηση της ανατομίας της βαλβίδας αλλά και της ανεπάρκειας αυτής. Τυχόν επιπλοκές εκτιμώνται όπως η παρουσία περικαρδιακής συλλογής ή η παρουσία μεγάλου μεγέθους μεσοκολπικής επικοινωνίας. Σε περιπτώσεις σημαντικής ανεπάρκειας της βαλβίδας ο ασθενής μπορεί να οδηγηθεί σε χειρουργική αντικατάσταση της μιτροειδούς.

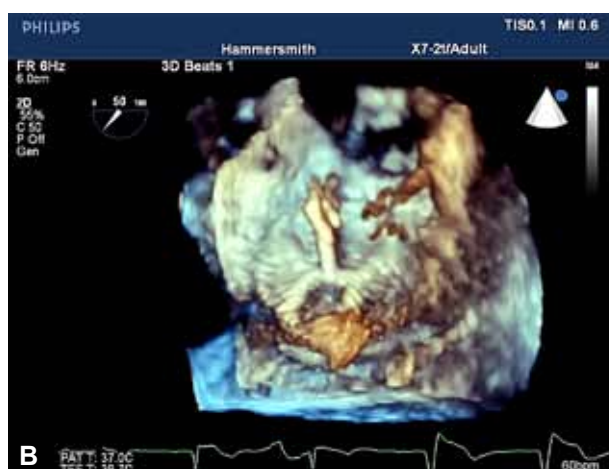
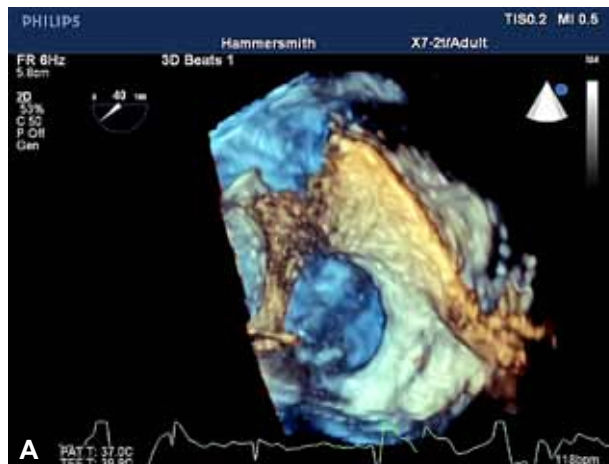
### Σύγκλιση του ωτίου του αριστερού κόλπου

Οι συσκευές σύγκλισης του ωτίου του αριστερού κόλπου είναι οι εξής: The Watchman Left Atrial Appendage System και the Amplatzer Cardiac Plug III.<sup>2,3</sup> Και σε αυτές τις επεμβάσεις η συμβολή της 3D διαιοσφάγειας υπερηχογραφίας θεωρείται πολύτιμη. Γίνεται ακριβής απεικόνιση του ωτίου του αριστερού κόλπου προεπεμβατικά. Μετρήσεις για το μέγεθος του στομίου και το μήκος του ωτίου είναι απαραίτητες (Εικόνα 4). Επίσης πρέπει να αποκλεισθεί η ύπαρξη θρόμβου εντός του ωτίου. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης γίνεται καθοδήγηση του καθετήρα μετά από την τρώση του μεσοκολπικού διαφράγματος προς το στόμιο του ωτίου του αριστερού κόλπου όπου γίνεται και η εμφύτευση.

### Σύγκλιση της μεσοκολπικής επικοινωνίας η του ανοικτού ωοειδούς τρήματος

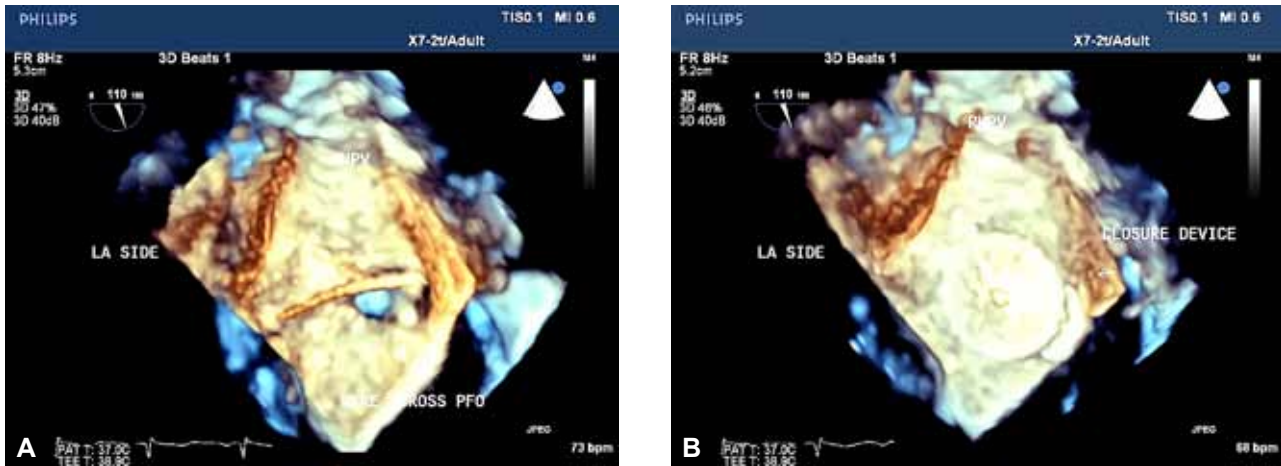
Η 3D διαιοσφάγειας υπερηχογραφία έχει αποδείξει τη σημαντική της συμβολή διεθνώς στη σύγκλιση των μεσοκολπικών ελλειμμάτων. Και στον ελληνικό χώρο έχει αποκτηθεί αρκετά μεγάλη εμπειρία σε αυτόν τον τομέα. Η απεικόνιση προ της επέμβασης του μεσοκολπικού ελλείμματος είναι απαραίτητη. Δίνει ακριβείς πληροφορίες για το σχήμα αλλά και τον αριθμό των ελλειμμάτων (ένα ή περισσότερα). Οπότε μπορεί να προγραμματισθεί το μέγεθος της συσκευής η οποία θα εμφυτευθεί. Γίνεται ακριβής μέτρηση των rims του μεσοκολπικού ελλείμματος.<sup>1-3</sup> Αορτικά κυρίως rims < 5 mm θεωρούνται μη επαρκή για την ασφαλή τοποθέτηση της συσκευής. Αμέσως μετά την εμφύτευση με την 3D υπερηχογραφία απεικονίζονται οι δυο όψεις της συσκευής (Εικόνα 5). Με το έγχρωμο Doppler γίνεται εκτίμηση τυχόν υπάρχουσας υπολειμματικής επικοινωνίας.

Συμπερασματικά η τρισδιάστατη διαιοσφάγει-



**Εικόνα 4.** Real-time τρισδιάστατη διαιοσφάγειας υπερηχογραφία στη σύγκλιση του ωτίου του αριστερού κόλπου. Απεικόνιση του στομίου του ωτίου με οβάλ σχήμα και έναν λοβό πριν (Α) και μετά την επιτυχή εμφύτευση της συσκευής (Β).

ος υπερηχογραφία στελεχώνει το αιμοδυναμικό εργαστήριο στο οποίο επιχειρούνται μη στεφανιαίες επεμβατικές θεραπείες. Ο επεμβατικός υπερηχολόγος θα πρέπει να γνωρίζει την κάθε επεμβατική τεχνική, ενώ θα πρέπει να έχει εκπαιδευθεί σε κέντρο με μεγάλη εμπειρία τέτοιων επεμβατικών πράξεων. Η τρισδιάστατη υπερηχογραφία συμβάλλει στη σωστή επιλογή των ασθενών για την κάθε θεραπεία, δίνει ανατομικές εικόνες κατά τη διάρκεια της επέμβασης ώστε να γίνονται σωστοί χειρισμοί και τέλος εκτιμά με ακρίβεια το τελικό αποτέλεσμα. Τη δεκαετία που διανύουμε, η χρήση των νέων επεμβατικών θεραπειών με τη συμβολή της τρισδιάστατης υπερηχογραφίας πιθανόν θα βελτιώσει την επιβίωση ακόμα και των βαρεια πασχόντων ασθενών με καρδιαγγειακά προβλήματα.



**Εικόνα 5.** Real-time τρισδιάστατη διοισοφάγειος υπερηχογραφία στη σύγκλιση ανοικτού ωοειδούς τρήματος (PFO). Εικόνες από τον αριστερό κόλπο. Ο καθετήρας διάμεσου του PFO (Α) όπου μια ομπρέλα 25 mm εμφυτεύθηκε επιτυχώς (Β).

### Βιβλιογραφία

- Nihoyannopoulos P, Kisslo J. Echocardiography, book, Spingel-Verlag edition 2009.
- Alex Pui-Wai Lee, Yat-Yin Lam, Gabriel Wai-Kwok Yip, Roberto M Lang, Qing Zhang, Cheuk-Man Yu. Role of real time three-dimensional transoesophageal echocardiography in guidance of interventional procedures in cardiology. *Heart*. 2010; 96: 1485-1493.
- Brochet E, Vahanian A. Echocardiography in the catheterization laboratory. *Heart*. 2010; 96: 1409-1417.
- Zamorano J, Badano L, Bruce C, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. *Eur Heart Journal*. 2011; 32: 2189-2214.
- Ng AC, Delgado V, van der Kleij F, et al. Comparison of aortic root dimensions and geometries before and after transcatheter aortic valve implantation by 2- and 3-dimensional transoesophageal echocardiography and multislice computed tomography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010; 3: 94-102.
- George J, Varghese V, Dangas G, Feldman T. Percutaneous Mitral Valve Repair. Lessons from the EVEREST II (Endovascular Valve Edge-to-Edge Repair Study) and Beyond. *JACC: Cardio Interv*. 2011; 7: 825-827.
- Garcia-Orta R, Moreno E, Vidal M, et al. Three-dimensional versus two-dimensional transoesophageal echocardiography in mitral valve repair. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007; 20: 4-12.
- Grewal J, Mankad S, Freeman WK, et al. Real-time three-dimensional transoesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009; 22: 34-41.
- van Gorselen E, Nihoyannopoulos P, Verhorst P, von Birgelen C, Prendergast B, Bellamy M. Severe regurgitation due to perforation of the mitral-aortic intervalvular fibrosa 3 years after aortic valve replacement. *Eur J Echocardiogr*. 2011; 12: E30.